idp

DEBATES EM ECONOMIA APLICADA

v. 4
n. Único
87

WORKING PAPER

ANÁLISE DE DESEMPENHO DO FI-FGTS
Performance Relativa e Fatores Explicativos

MARCOS ROBERTO KALISZAKA DA SILVA
SÉRGIO JURANDYR MACHADO

www.idp.edu.br

ANÁLISE DE DESEMPENHO DO FI-FGTS
Performance Relativa e Fatores Explicativos

MARCOS ROBERTO KALISZAKA DA SILVA[1]
SÉRGIO JURANDYR MACHADO [2]

[1] Marcos Roberto Kaliszaka da Silva é Mestre em Economia pelo Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa (IDP). E-mail: marcosrsilva@yahoo.com.br. ORCID: 0009-0000-5044-6834.
[2] Sérgio Jurandyr Machado possui graduação em Economia pela UFMG e em Ciências Contábeis pela UCDB, mestrado em Finanças - University of Southampton e Doutorado em Administração de Empresas pela PUC-RIO. Auditor de Finanças e Controle na Secretaria do Tesouro Nacional. Foi analista de inteligência no Coaf. E-mail: sergio.machado@idp.edu.br.

DEBATES EM ECONOMIA APLICADA

IDP

O IDP é um centro de excelência no ensino, na pesquisa e na extensão nas áreas da Administração Pública, Direito e Economia. O Instituto tem como um de seus objetivos centrais a profusão e difusão do conhecimento de assuntos estratégicos nas áreas em que atua, constituindo-se um *think tank* independente que visa contribuir para as transformações sociais, políticas e econômicas do Brasil.

DIREÇÃO E COORDENAÇÃO

Diretor Geral
Francisco Schertel
Coordenador do Mestrado em Economia
José Luiz Rossi

CONSELHO EDITORIAL

Coordenação
Thiago Caldeira
Renan Holtermann
Milton Mendonça
Supervisão e Revisão
Luiz Augusto Magalhães
Mathias Tessmann
Apoio Técnico
Igor Silva
Projeto Gráfico e Diagramação
Juliana Vasconcelos

www.idp.edu.br

Revista Técnica voltada à divulgação de resultados preliminares de estudos e pesquisas aplicados em desenvolvimento por professores, pesquisadores e estudantes de pós-graduação com o objetivo de estimular a produção e a discussão de conhecimentos técnicos relevantes na área de Economia.

Convidamos a comunidade acadêmica e profissional a enviar comentários e críticas aos autores, visando o aprimoramento dos trabalhos para futura publicação. Por seu propósito se concentrar na recepção de comentários e críticas, a Revista Debates em Economia Aplicada não possui ISSN e não fere o ineditismo dos trabalhos divulgados.

As publicações da Revista estão disponíveis para acesso e download gratuito no formato PDF. Acesse: www.idp.edu.br

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do IDP.

Qualquer citação aos trabalhos da Série só é permitida mediante autorização expressa do(s) autor(es).

SUMÁRIO

1. Introdução • 6
2. REFERENCIAL TEÓRICO E HISTÓRICO DO FI-FGTS • • • • • • • • • • • • • • • 8
2.1 Desempenho de Fundos sob a Ótica da Moderna Teoria do Portfolio e Variantes• •8
2.1.1 Desempenho medido pelo índice de Sharpe • • • • • • • • • • • • • • • • 9
2.1.2 Desempenho medido pelo C-VaR• 10
2.2 Histórico do FI-FGTS e dos seus investimentos • • • • • • • • • • • • • • •11
2.3 Variáveis Explicativas associadas ao Desempenho dos Ativos do FI-FGTS• •16
2.3.1 Riscos de Projeto• •17
2.3.2 Modalidade de Investimento• •17
2.3.3 Prazo de Investimento• •18
3. METODOLOGIA • 19
3.1 Base de Dados• 19
3.2 Técnicas Quantitativas •21
4. PRINCIPAIS RESULTADOS• 23
5. CONCLUSÃO• 29
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS• 31

RESUMO: O trabalho em questão aborda a sobre a rentabilidade do Fundo de Investimento do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FI-FGTS), criado em 2007, tem como objetivo investir em infraestrutura por meio de instrumentos como debêntures, ações e fundos. O fundo, de natureza privada sob gestão pública, segue regulamentação da CVM e é administrado pela CAIXA. Apesar de ter atingido um patrimônio total de R$ 33,4 bilhões, encerrou 2022 com R$ 20,9 bilhões. O estudo avalia seu desempenho, comparando-o a benchmarks e analisando fatores determinantes para o desempenho dos ativos do FI-FGTS. Para isso, são utilizados benchmarks, como o índice de utilidade pública (UTIL B3) e o IDA IPCA Infraestrutura, além de métricas como índice de Sharpe e C-VaR. A análise de regressão realizada nos investimentos do Fundo, demostrou que o tamanho do investimento, a modalidade de instrumento, o ano de investimento e as interações entre a etapa do projeto, o veículo de investimento e o instrumento de investimento foram fatores significativos para o retorno dos ativos. O trabalho apresenta que o FI-FGTS enfrentou desafios e conquistas na sua trajetória de investimento em infraestrutura, e que há necessidade de avaliações sistemáticas e adaptações estratégicas para melhorar o desempenho do fundo.
PALAVRAS-CHAVE: FI-FGTS, infraestrutura, desempenho, benchmarks, regressão linear.

ABSTRACT: The paper discusses the profitability of the Fundo de Investimento do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FI-FGTS), established in 2007, with the aim of investing in infrastructure through instruments such as debentures, stocks, and funds. The fund, which is private in nature but publicly managed, follows CVM regulations and is managed by CAIXA. Despite reaching a total asset value of BRL 33.4 billion, it ended 2022 with BRL 20.9 billion. The study evaluates its performance by comparing it to benchmarks and analyzing factors that determine the performance of FI-FGTS assets. For this, benchmarks such as the public utility index (UTIL B3) and the IDA IPCA Infrastructure index are used, as well as metrics such as the Sharpe ratio and C-VaR. Regression analysis conducted on the fund's investments demonstrated that investment size, instrument modality, year of investment, and interactions between the project stage, investment vehicle, and investment instrument were significant factors for asset returns. The paper presents that the FI-FGTS faced challenges and achievements in its investment journey in infrastructure, and that there is a need for systematic assessments and strategic adaptations to improve the fund's performance.
KEYWORDS: FI-FGTS, INFRASTRUCTURE, PERFORMANCE, BENCHMARKS, LINEAR REGRESSION

CLASSIFICAÇÃO JEL: G23; G11; G20; C58.

1. INTRODUÇÃO

Investimentos em infraestrutura são essenciais para viabilizar o crescimento e desenvolvimento econômico de um país. Há vasta literatura sobre a relevância desse tipo de investimento, o qual é analisado sob diversas perspectivas: i) aumento de produtividade e da renda per capita (Rodriguez, 2007); ii) crescimento econômico (Roller e Waverman, 2001); iii) incremento de competitividade (Yeaple e Golub, 2004); dentre outras.

Por ser intensivo em capital, usualmente o investimento necessário em infraestrutura excede em muito os recursos que os países podem esperar levantar de maneira fiscalmente responsável (Schwartz *et al.*, 2020) e parcela dos recursos é oriunda do setor privado. Contudo, investimentos em infraestrutura tendem a apresentar menor liquidez e podem levar vários anos para seu desenvolvimento e início da geração do fluxo de receitas.

Apesar da importância o investimento em infraestrutura, como uma classe de ativos, emergiu há pouco tempo como um novo domínio de pesquisa. Desde o surgimento da crise financeira global, as atividades de pesquisa nesse campo têm continuamente se fortalecido, estabelecendo as bases para um campo de pesquisa em ascensão. Contudo, apesar dos esforços consideráveis, a investigação sobre investimentos em infraestruturas encontra-se em estágios iniciais, com a compreensão acadêmica permanecendo limitada e fragmentada (Gupta e Sharma, 2022).

Conforme Andonov *et al.* (2021), investidores privados que aplicam recursos nesses ativos esperam menor sensibilidade do retorno a oscilações decorrentes dos ciclos econômicos, baixa correlação com ativos e mercados mais líquidos, além de fluxos de caixa duradouros e menos expostos (mais protegidos) à inflação.

Para buscar canalizar recursos para a infraestrutura foi instituído o Fundo de Investimento do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FI-FGTS), tendo o Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS) como seu único cotista, que tinha como objetivo investir em infraestrutura via mercado de capitais. O FI-FGTS é um fundo de investimento que usa parte dos recursos do FGTS para financiar projetos de infraestrutura no Brasil. O fundo foi

criado em 2007 e é gerido pela Caixa Econômica Federal, seguindo as orientações do Comitê de Investimento e do Conselho Curador do FGTS.

Desde a sua criação, o FI-FGTS investiu em ativos de infraestrutura, nas seguintes modalidades de ativos: instrumentos de participação societária; debêntures, nota promissórias e outros instrumentos de dívida corporativa; cotas de fundo de investimento imobiliário; cotas de fundos de investimentos em direitos creditórios; cotas de fundos de investimentos em participações; certificados de recebíveis imobiliários; contratos derivativos; e títulos públicos federais. O fundo chegou a atingir um patrimônio total de mais R$ 33,4 bilhões e encerrou o exercício de 2022 com patrimônio líquido de R$ 20,9 bilhões.

Assim o presente trabalho busca responder às seguintes questões: i) o retorno obtido pelo fundo foi compatível com o risco incorrido? e ii) quais são as variáveis explicativas mais relevantes associadas ao desempenho dos ativos integrantes do FI-FGTS?

Dentro da literatura nacional, que é bastante reduzida, a avaliação se limita em: i) Silva (2019) apresenta uma análise exploratória do arranjo institucional do FI-FGTS, com foco no impacto associado ao incremento do *funding* para infraestrutura sem, entretanto, discutir o retorno obtido; e ii) Alves (2022) analisa o desempenho à luz da teoria de agência, mas sem utilizar uma métrica de retorno ajustada ao risco.

Para responder as questões propostas, o retorno ajustado ao risco da carteira do FI-FGTS será inicialmente comparado a dois *benchmark*s: o primeiro, para todo o período em estudo (2008 a 2022), é o índice de utilidade pública (UTIL B3) calculado pela B3, que é um indicador de desempenho médio das cotações dos ativos do setor de utilidade pública (energia elétrica, água e saneamento e gás), e; o segundo, para o período de 2015 a 2022, o IDA-IPCA Infraestrutura, índice que representa a evolução, a preços de mercado, de uma carteira de debentures incentivadas, calculado pela ANBIMA.

A comparação relativa se dará por meio de duas métricas distintas: índice de Sharpe e C-VaR. Em seguida, os ativos integrantes da carteira do FI-FGTS serão submetidos a uma

análise de regressão linear múltipla para verificar a influência relativa das variáveis explicativas do retorno.

Os resultados demonstraram que a rentabilidade acumulada do FI-FTS foi menor comparada aos benchmarks propostos, contudo, tal situação é minimizada quando verificamos o índice Sharpe. Em relação ao CVaR os resultados apresentam o FI-FGTS com menor risco que os demais índices ao qual foi comparado.

Já a análise de regressão proporciona insights adicionais, destacando há variáveis significativas que influenciam o desempenho do fundo.

O trabalho está estruturado em cinco sessões. Após esta introdução, é apresentada a fundamentação teórica, com os principais estudos que buscam avaliar desempenho na indústria de fundos de investimento e o histórico do FI-FGTS. Na sessão 3 discorre-se sobre a metodologia, discriminando os dados utilizados, o modelo econométrico e as variáveis escolhidas para o teste empírico. A sessão 4 demonstra os resultados encontrados e a conclusão do trabalho é descrita na sessão 5.

2. REFERENCIAL TEÓRICO E HISTÓRICO DO FI-FGTS

2.1 Desempenho de Fundos sob a Ótica da Moderna Teoria do Portfolio e Variantes

A Moderna Teoria do Portfólio (MTP), fundamentada no trabalho pioneiro de Markowitz (1952), associa o risco de um ativo à variância, seguindo o teorema da utilidade esperada. Markowitz propõe estratégias ótimas de investimento que maximizam o retorno para um determinado risco. O modelo "média-variância" busca maximizar o retorno esperado da carteira para um nível de risco definido, através da diversificação. O desempenho do fundo é avaliado pela capacidade de maximizar retornos dados os riscos assumidos. A aplicação da MTP na avaliação de fundos é comum, independente dos atributos dos investidores. No entanto, sua validade depende da normalidade dos retornos ou da preferência dos investidores por carteiras de mínima variância para um retorno esperado.

Desta forma, a vasta literatura sobre o exame da performance de fundos se divide basicamente em três grupos: i) estudos que utilizam a versão tradicional da MPT e que medem a performance por meio de medidas associadas ao constructo teórico como o índice de Sharpe (Newell *et al*., 2015); ii) modelos não necessariamente aderentes ao teorema da utilidade esperada e que mensuram o desempenho de um fundo a partir de métricas de *downside risk* (Rachev *et al.*, 2007); e iii) estudos que buscam generalizar o problema de otimização na escolha da carteira ótima a partir de retornos com distribuição não normal (Smetters e Zhang, 2013). Os modelos do terceiro grupo, embora mais gerais no que diz respeito à utilização de distintas curvas de utilidade e de distribuições de retorno, são capazes de classificar ordinalmente as carteiras. Entretanto, medidas cardinais de risco não são diretamente observáveis a partir desses modelos, o que dificulta a interpretabilidade dos resultados. Nesse sentido, este estudo terá como foco os modelos dos grupos 1 e 2 supracitados.

2.1.1 Desempenho medido pelo índice de Sharpe

Sharpe (1966) introduziu o índice de Sharpe, uma métrica amplamente utilizada para avaliar o desempenho de fundos, considerando tanto o retorno quanto o risco. Calculado pela razão entre o retorno líquido do fundo e seu desvio padrão, indica a eficiência do gestor em relação ao risco assumido. Diferentes estilos de gestão podem levar a resultados variados e, portanto, é necessário um método adequado para medir e comparar o desempenho de diferentes carteiras de investimento (Sharpe, 1992).

No entanto, ao usar a variância como proxy de risco, pode penalizar de forma simétrica retornos acima e abaixo da média, tornando-se uma medida de risco "não coerente". Apesar disso, é uma ferramenta útil para comparar diferentes carteiras de investimento e tem sido aplicado em diversos estudos, embora haja divergências sobre seu uso em fundos de infraestrutura.

Newell *et al*. (2011) avaliaram o desempenho de fundos de infraestrutura na Austrália no período de 1995 a 2009. O interesse dos autores pelo segmento centrava-se na percepção de que fundos de infraestrutura representam uma classe de ativos com forte desempenho ajustado ao risco, além de fornecer benefícios significativos de diversificação de portfólio. Os resultados demonstraram que a percepção era justificada e o desempenho foi considerado robusto até mesmo durante a crise financeira global de 2008.

Oyedele *et al*. (2014) examinaram o desempenho do investimento em ativos de infraestrutura em comparação com outras classes de ativos globais. A análise das características de retorno de investimento em infraestrutura, incluindo métricas como o índice de Sharpe, reflete o potencial de diversificação representado por essa classe de ativos. Ademais, os investimentos em infraestrutura mostraram um desempenho comparativo robusto ao longo do período de análise (2001–2010), com um detalhe importante: os resultados permitem inferir que a inclusão de ativos de infraestrutura em uma carteira de múltiplos ativos se justifica mais pela redução de risco do que pelo aumento de retorno.

Andonov *et al*. (2021) reportam desempenho ponderado pelo risco relativamente baixo para fundos de infraestrutura nos Estados Unidos, especialmente por conta da estrutura de capital adjacente aos ativos integrantes da carteira (alavancagem financeira excessiva). Já Xu *et al*. (2023) reportam desempenho similarmente baixo, porém com explicação distinta: fundos de infraestrutura cobram taxas de gestão mais altas, mesmo com pior desempenho *ex-ante*.

2.1.2 Desempenho medido pelo C-VaR

O C-VaR (Valor Condicional em Risco) é uma medida de risco que estima as perdas médias esperadas nos piores cenários de mercado. Diferente do desvio padrão, que aborda apenas a variação em relação à média, o C-VaR foca nas perdas abaixo do esperado, incluindo eventos raros, porém de grande impacto. Essa métrica quantifica a perda prevista com um nível de confiança definido, geralmente 95% ou 99%. No contexto de fundos de investimento,

o C-VaR destaca-se pelo gerenciamento de riscos extremos, proporcionando uma avaliação mais precisa em mercados voláteis. Sua aplicação permite uma alocação de ativos mais alinhada aos objetivos e restrições específicas do investidor. Ele fornece uma medida útil para avaliar o risco de fundos de investimento em mercados voláteis e estressados (Rockafellar e Uryasev, 2002).

Uma abordagem de otimização robusta com base no C-VaR pode melhorar a eficiência dos portfólios, proporcionando uma alocação de ativos mais adequada aos objetivos e restrições específicas (Arcuri, Gandolfi e Laurini, 2023).

Bogentoft *et al.* (2001) desenvolveram um modelo que levou em consideração risco e restrições específicas dos fundos de pensão para otimizar a alocação de ativos e gerenciar as obrigações futuras. O modelo incorporou restrições de C-VaR para garantir que as obrigações do fundo de pensão permaneçam dentro de um nível de risco aceitável. Os autores consideram não apenas a volatilidade e o risco dos ativos, mas também as obrigações futuras do fundo de pensão, incluindo o pagamento de benefícios e outros compromissos financeiros. Os resultados mostram que uma abordagem de gestão de ativos e passivos com restrições de C-VaR pode melhorar a resiliência e a segurança financeira dos fundos de pensão.

Para efeito deste estudo entende-se que a mensuração do risco de um fundo de infraestrutura por meio C-VaR é uma extensão natural da literatura já existente para outros tipos de fundos. Nesse sentido, a métrica também será utilizada para separar o grupo de ativos integrantes do FI-FGTS em dois subgrupos, dando maior robustez à análise e complementando os resultados obtidos a partir da utilização do índice de Sharpe.

2.2 Histórico do FI-FGTS e dos seus investimentos

A criação do FI-FGTS, conforme Exposição de Motivos Interministerial (EMI) no 2, de 17 de janeiro de 2007, do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), do Ministério da Fazenda (MF) e do Ministério das Cidades (MCidades), tornou-se uma resposta à demanda de vários agentes econômicos, inclusive organismos internacionais, e possibilitaria o investimento em

setores importantes e dentro de uma estrutura de um fundo de investimento, regulado pela CVM, proporcionaria que os resultados obtidos pudessem ser distribuídos ao FGTS.

Gerido pela CAIXA, investe em diversos ativos de infraestrutura, alcançando um patrimônio líquido de R$ 20,9 bilhões em 2022. Sob orientação do Conselho Curador do FGTS e do Comitê de Investimentos do FI-FGTS, busca maximizar retornos dentro das diretrizes legais e regulamentares. Seu objetivo é proporcionar a valorização das cotas por meio da aplicação de seus recursos na construção, reforma, ampliação ou implantação de empreendimentos de infraestrutura em rodovias, portos, hidrovias, ferrovias, aeroportos, energia e saneamento.

Na construção de sua carteira de investimentos o gestor do FI-FGTS tem o dever fiduciário de atender os critérios definidos pelo seu cotista no Regulamento, nesse caso, ativos de baixo risco com atratividade econômico-financeira (retorno) e social. Há inclusive um benchmark estabelecido em regulamento: TR + 6% até 2020 e IPCA + 3,0% a.a. a partir de 2021. Nesse sentido, é fundamental compreender o desempenho financeiro histórico do fundo e sua aderência aos objetivos traçados.

O fundo recebeu aportes do FGTS de R$ 22,8 bilhões entre 2008 e 2012, e reinvestiu R$ 23,5 bilhões entre 2013 e 2017. Com a redução dos investimentos, o fundo resgatou R$ 22,8 bilhões em cotas nos anos de 2016, 2018, 2019 e 2021.

Tabela 1 - Relação de Aportes/Reinvestimento/Resgate FI-FGTS (Em R$ mil)

Ano	Aportes	Reinvestimento	Resgate
2008	9.299.032	0	0
2009	4.508.537	0	0
2010	3.469.000	0	0
2011	649.367	0	0
2012	3.757.854	4.443.123	0
2013	0	818.651	0
2014	1.200.000	2.209.931	0
2015	0	1.437.370	0
2016	0	0	1.770.758
2017	0	5.288.909	0

debates em economia aplicada

2018	0	0	5.000.000
2019	0	0	8.256.676
2020	0	5.637.319	0
2021	0	1.400.000	7.784.105
2022	0	2.322.093	0
Total	**22.883.790**	**23.557.396**	**22.811.539**

Fonte: Demonstrações Financeiras FI-FGTS e Resoluções Conselho Curador Elaboração do autor.

O limite de concentração por setor, conforme regulamento, é de até 40% do valor autorizado para subscrição do fundo. Em relação aos ativos e percentual de concentração é conforme abaixo:

Tabela 2 - Classes de Ativo e Percentual Máximo de Concentração

Classe de ativo	Percentual sobre o capital autorizado para subscrição
Instrumentos de participação societária	40%
debêntures, notas promissórias e outros instrumentos de dívida corporativa	40%
cotas de fundos de investimento imobiliário	10%
cotas de fundos de investimento em direitos creditórios	20%
cotas de fundos de investimento em participações	20%
certificados de recebíveis imobiliários	10%
contratos derivativos	NI*
títulos públicos federais	até 100% das disponibilidades
cotas de fundos incentivados de investimento em infraestrutura.	NI*

Fonte: regulamento FI-FGTS 15/09/2023

Elaboração do autor.

* Não Informado

Tendo iniciado os investimentos em 2008, a carteira do FI-FGTS atingiu o patamar máximo de R$ 33,4 bilhões em 2017, como pode ser observado na tabela 03.

debates em economia aplicada

Tabela 3 - Composição dos Investimentos do FI-FGTS (Em R$ mil)

Ano	Disponibilidades (LFT)	Debentures	Cotas de Fundo	Ações	Outros Valores a Receber*	Total
2008	73.488	8.627.414	100.107	549.032	0	9.350.041
2009	2.012.111	10.470.215	411.584	1.710.025	0	14.603.935
2010	3.257.123	10.273.652	910.032	5.461.828	0	19.902.635
2011	4.943.125	9.575.801	1.008.783	5.562.521	9.971	21.100.201
2012	6.806.187	12.670.391	1.269.069	5.408.278	316.914	26.470.839
2013	4.842.081	14.609.222	1.749.113	6.656.737	768.007	28.625.160
2014	5.181.733	14.773.066	2.860.416	8.284.697	799.901	31.899.813
2015	6.597.691	13.036.501	2.274.042	7.001.934	2.023.139	30.933.307
2016	6.680.277	12.871.098	3.089.438	8.021.019	1.122.798	31.784.630
2017	9.054.069	12.299.987	3.072.014	7.888.828	1.161.471	33.476.369
2018	7.237.352	11.425.124	1.873.642	10.330.511	1.202.732	32.069.361
2019	5.637.320	7.842.715	1.843.467	7.993.721	1.021.377	24.338.600
2020	7.784.106	7.672.550	1.733.206	7.014.106	1.243.931	25.447.899
2021	2.322.093	7.918.890	1.281.430	6.852.028	1.294.154	19.668.595
2022	3.963.324	7.943.180	1.218.855	6.443.436	1.353.212	20.922.007

* São a valores a receber do FI-FGTS, como dividendos e outros de recuperação judicial

Fonte: Demonstrações Financeiras FI-FGTS

Elaboração do autor.

No contexto da alocação de recursos na carteira de investimentos, os dados demonstram uma proporção de recursos, em média 19,3%, mantidos em disponibilidades e investidos em aplicações interfinanceiras de alta liquidez. Esses investimentos compreendem operações compromissadas em títulos públicos federais, que, de fato, desviam-se do objetivo principal do fundo, que é direcionar seus ativos para projetos de infraestrutura.

A partir das demonstrações financeiras do FI-FGTS relacionamos abaixo os investimentos realizados por setores pelo Fundo entre 2008 e 2022:

Tabela 4 - Valores investidos pelo FI-FGTS (R$ mil)

Setor/Instrumento	Ações	Debêntures	Fundos	Total Geral	% Setor
BNDES	0	7.000.000	0	7.000.000	24,3%

Brasília-DF

Energia	3.751.005	5.080.000	3.315.067	11.496.072	39,9%
Ferrovias	1.600.000	1.400.000	0	3.000.000	10,4%
Portos	962.500	838.000	0	1.800.500	6,2%
Rodovias	1.818.571	1.735.702	0	3.554.274	12,3%
Saneamento	405.600	940.000	0	1.995.600	6,9%
Total	**8.537.676**	**16.993.702**	**3.315.067**	**28.846.446**	
% Instrumento	**29,6%**	**58,9%**	**11,5%**		

Fonte: Demonstrações Financeiras FI-FGTS

Elaboração do autor.

Destaca-se que os R$ 7 bilhões investidos em debêntures emitidas pelo BNDES representam uma alocação de recursos sobre os quais o Fundo não detém autonomia, apesar de serem destinados exclusivamente a projetos de infraestrutura. A avaliação dessas debêntures segue a curva do papel. O investimento em ações, que totaliza cerca de 29,6% do portfólio, está predominantemente em ações não negociadas em bolsa, impactando a liquidez e a precificação dos ativos. Inicialmente, até 2015, adotava-se o método de equivalência patrimonial, mas a partir de 2016, passou-se a utilizar o Fluxo de Caixa Descontado. Em relação aos fundos de investimento, aproximadamente 11,5% dos recursos foram direcionados para aquisição de cotas de FIPs ou FIDCs. A maioria dos ativos do FI-FGTS não é negociada em bolsa ou mercado de balcão organizado, o que demanda avaliação pela curva do papel ajustada por impairment ao final de cada exercício para dívidas, e pelo valor justo para ações ou cotas, com revisão anual dos valores, conforme evidenciado nos relatórios de gestão do FI-FGTS da CAIXA. Este procedimento implica em variações anuais nos valores dos investimentos, podendo divergir em sua efetiva realização financeira, influenciando o valor da cota do Fundo.

Tabela 5 - Classificação quanto à liquidez dos investimentos do FI-FGTS

Ativo/Ano	Ativos Líquidos em R$ mil (cotação de mercado)	% Ativos Líquidos	Ativos Ilíquidos em R$ mil (sem cotação de mercado)	% Ativos Ilíquidos
2008	73.488	0,79%	9.276.553	99,21%

2009	2.012.111	13,78%	12.591.824	86,22%
2010	3.257.123	16,37%	16.645.512	83,63%
2011	4.943.125	23,43%	16.157.076	76,57%
2012	6.806.187	25,71%	19.664.652	74,29%
2013	5.317.280	18,58%	23.307.880	81,42%
2014	5.697.580	17,86%	26.202.233	82,14%
2015	6.982.236	22,57%	23.951.071	77,43%
2016	9.205.914	28,96%	22.578.716	71,04%
2017	11.882.706	35,50%	21.593.663	64,50%
2018	11.066.763	34,51%	21.002.598	65,49%
2019	6.607.812	27,15%	17.730.788	72,85%
2020	8.736.665	34,33%	16.711.234	65,67%
2021	2.322.093	11,81%	17.346.502	88,19%
2022	3.963.324	18,94%	16.958.683	81,06%

* São a valores a receber do FI-FGTS, como dividendos e outros de recuperação judicial

Fonte: Demonstrações Financeiras FI-FGTS Elaboração: Autor

Esses aspectos caracterizam-se como uma limitação do estudo, considerando que o CVaR é uma medida de risco downside risk (que leva em conta apenas as perdas), e que no FI-FGTS essas perdas em ativos ilíquidos somente serão realmente mensuradas quando da efetiva realização financeira, ou seja, a volatilidade das cotas provavelmente encontra-se subestimada.

Apesar dessa limitação, entendemos os testes realizados neste estudo são válidos e relevantes, ao permitirem dotar o cotista FGTS da percepção de risco (ainda que parcial) dos investimentos realizados, visão inexistente atualmente.

2.3 Variáveis Explicativas associadas ao Desempenho dos Ativos do FI-FGTS

O desempenho do FI-FGTS está relacionado aos investimentos em ativos de infraestrutura, os quais estão expostos a variados riscos. Na literatura sobre o tema destacam-se as variáveis explicativas descritas a seguir.

debates em economia aplicada

2.3.1 Riscos de Projeto

Os investidores buscam observar os riscos que cada projeto oferece na fase de desenvolvimento – regulamentação, custos de implantação subestimados, riscos ambientais, prazos de construção – e na fase de operação – risco de financiamento, problemas de demanda, mudanças regulamentares e políticas (Schwartz et al., 2020).

Aspectos relacionados ao planejamento insuficiente, projeções irreais, assimetria de informações, regulação, complexidade técnica e ausência de equacionamento das fontes financeiras estão entre os principais pontos de fracasso na entrega de projetos. (McDermont et al., 2020).

O estágio do projeto é uma das características que podem capturar tais aspectos, Andonov et all. (2018) utilizou essa variável para avaliar as características de risco e retorno dos investimentos de infraestrutura, bem como, relacionou com os investimentos diretos e via fundos.

Neste estudo, os riscos de projeto serão capturados por duas variáveis explicativas: i) uma variável dummy que descreve se o projeto é um greenfield (desenvolvimento inicial de projeto sem nenhum tipo de infraestrutura ou instalação pré-existente) ou brownfield (desenvolvimento adicional que ocorre em local já previamente utilizado e que envolve a ampliação, reabilitação, reutilização ou reforma de propriedade existente); e ii) uma variável que descreve o valor de investimento no projeto, visto que esse valor se relaciona ao tamanho e à medida que o porte do projeto cresce, aumentam as chances de ocorrerem maiores atrasos e aumentos de custos (Flyvberg, 2014).

2.3.2 Modalidade de Investimento

O investimento em infraestrutura ocorre por diversas estruturas, através de equity ou via financiamento por meio de subscrição de debentures, os quais acontecem de forma direta nos ativos ou indireta via fundos de investimentos (Della Croce e Gatti, 2014). No caso do FI-FGTS, os investimentos ocorreram por meio de todas essas modalidades.

Maestri e Malaquias (2018) apontam em seus estudos sobre desempenho de fundos no Brasil que há uma relação positiva entre o retorno ajustado ao risco e a aplicação direta e diversificada em ativos de renda fixa e variável. Fundos que direcionam investimentos para outros fundos geralmente apresentam um desempenho inferior. A análise foi realizada em fundos multimercados de dezembro/2009 a junho/2018, verificando a performance através do índice de Sharpe.

Nesse sentido a modalidade de investimento será representada pelas seguintes variáveis qualitativas: uma diferenciando equity (assume valor 0) de dívida (assume valor 1) e a segunda variável distinguindo a aplicação direta (valor 0) e da aplicação indireta via cotas de fundos (valor 1), bem como pela interação entre elas e delas com o nível de estágio do projeto.

2.3.3 Prazo de Investimento

Os investimentos em infraestrutura emergem como uma classe de ativos com certa resistência a flutuações no ciclo econômico, uma notável dissociação de movimentos dos mercados de ações e estabilidade de fluxos de caixa de longo prazo. Em certas instâncias, tais ativos se beneficiam de acordos sólidos de concessão a longo prazo.

Em que pese a caracterização como investimentos de longo prazo, Andonov et al (2018) discorrem sobre os incentivos para fundos fechados de infraestrutura liquidarem os ativos que apresentam melhor desempenho antes do final da vida útil estimada de tal ativo, de forma a criar uma “porta de saída” para o investidor. Nesse sentido, esse tipo de fundo liquida ativos com melhor desempenho precocemente, enquanto mantêm ativos com pior desempenho por prazo mais longo, usualmente até o momento de fechamento do fundo. Assim, haveria uma correlação entre o desempenho e o prazo de saída dos investimentos: a performance tende a ser melhor em prazos menores (geralmente até 5 anos).

Neste estudo o prazo de investimento será representado por uma variável explicativa que explicita o número de anos do período compreendido entre a realização do investimento e o efetivo desinvestimento e o ano do investimento pelo Fundo.

3. METODOLOGIA

3.1 Base de Dados

A análise da base de dados focaliza os ativos do FI-FGTS e seus retornos durante o período de 2008 a 2022. A rentabilidade diária das cotas do FI-FGTS foi avaliada de 01/07/2008 a 30/12/2022, partindo de R$ 1,00 para R$ 2,39. A taxa SELIC diária do Banco Central é o ativo livre de risco. Os benchmarks incluem o UTIL B3 (desde 01/07/2008) e o IDA IPCA Infraestrutura (de 05/01/2015 a 30/12/2022).

Já no que diz respeito ao exercício econométrico, foram consideradas a rentabilidade total no respectivo período de investimento apenas dos investimentos em infraestrutura, excluídos do estudo os investimentos em títulos do tesouro nacional, em debentures do BNDES (não há dados disponíveis sobre a alocação realizada pelo BNDES), nas cotas FIP Desenvolvimento Logístico (o Fundo foi encerrado 2 anos após sua constituição sem realizar nenhuma aplicação em infraestrutura) e a parcela não direcionada do FIP Saneamento para Infraestrutura.

As informações foram obtidas através das demonstrações financeiras do FI-FGTS, relatórios de gestão disponíveis na página da internet do Fundo e de informações prestadas pelo Gestor. Abaixo estão relacionados os ativos considerados:

Tabela 6 - Relação dos Investimentos em Infraestrutura do FI-FGTS

Ativo	Valor Investido (R$ mil)	Instrumento	Setor	Data Inicial	Data Final
ALL Rumo Malha Norte S.A.	166.667	Debentures	Ferrovia	out/08	jul/18

ALL Rumo Malha Paulista S.A.	166.667	Debentures	Ferrovia	out/08	mai/18
ALL Rumo Malha Sul S.A.	166.667	Debentures	Ferrovia	out/08	mai/18
Alupar Investimentos S.A.	449.433	Ações	Energia	set/09	abr/21
Alupar Investimentos S.A.	300.000	Debentures	Energia	jun/12	dez/19
Brado Logística e Participações S.A.	400.000	Ações	Ferrovia	ago/13	-
Centrais Elétricas de Pernambuco - EPESA	171.000	Debentures	Energia	abr/09	jun/22
Cibe Energia S.A. – Brasilterm	280.000	Ações	Energia	fev/10	-
Companhia de Concessões Rodoviárias	500.000	Debentures	Rodovia	dez/08	dez/11
Cone S.A.	500.000	Ações	Porto	set/10	-
Eldorado Brasil Celulose S.A.	940.000	Debentures	Saneamento	dez/12	nov/19
Eletricidade Vale do Paranapanema	600.000	Ações	Energia	ago/10	-
Embraport - Empresa Brasileira de Terminais Portuários S.A.	462.500	Ações	Porto	out/08	ago/11
Energimp S.A.	509.368	Ações	Energia	abr/10	-
ERB Energias Renováveis	104.072	Ações	Energia	jun/10	dez/14
FIDC CEEE V – GT	200.000	Fundos	Energia	mar/09	jun/16
FIDC ENERGISA 2008	100.000	Fundos	Energia	dez/08	out/20
FIDC ENERGISA IV	1.341.168	Fundos	Energia	set/14	-
FIP Amazônia	1.023.900	Fundos	Energia	mar/09	-
FIP Sondas	650.000	Fundos	Energia	mai/13	nov/20
Foz do Brasil S.A. - ODB Amb - BRK Saneamento S.A.	965.000	Ações	Saneamento	out/09	-
Foz do Rio Claro Energia S.A.	40.992	Ações	Energia	jan/09	set/21
Hidrotérmica S.A.	360.000	Ações	Energia	dez/09	-
Ijuí S.A.	42.042	Ações	Energia	dez/09	-
Iracema Transmissora de Energia S.A.	109.000	Debentures	Energia	dez/10	dez/19
J. Malucelli Energia S.A.	330.608	Ações	Energia	dez/09	-
Light Energia S.A.	30.000	Debentures	Energia	set/12	-
Light Serviços de Eletricidade S.A.	470.000	Debentures	Energia	set/12	-
LLX - Porto do Açu Operações Portuárias S.A.	750.000	Debentures	Porto	set/12	-

Logbrás Participações Desenvolvimento Logístico S.A.	90.000	Ações	Rodovia	out/11	-
MDCPar S.A.	250.000	Ações	Energia	dez/11	-
MRS Logística S.A.	300.000	Debentures	Ferrovia	jun/10	set/15
Novadutra - Concessionária da Rodovia Presidente Dutra S.A.	610.000	Debentures	Rodovia	mar/15	ago/20
OAS Engenharia e Participações S.A.	250.000	Debentures	Rodovia	jan/12	-
OAS Óleo e Gás S.A.	90.000	Ações	Energia	jan/14	-
Odebrecht Transport S.A.	1.728.571	Ações	Rodovia	set/10	-
Odebrecht Transport S.A.	75.702	Debentures	Rodovia	nov/13	-
Saneatins - BRK CNP	90.600	Ações	Saneamento	dez/11	set/20
Santo Antonio Energia S.A.	1.500.000	Debentures	Energia	abr/09	-
Sete Brasil Participações S.A.	1.850.000	Debentures	Energia	fev/13	-
Teles Pires Participações S.A.	650.000	Debentures	Energia	mai/12	-
TESC - Terminal Santa Catarina S.A.	88.000	Debentures	Porto	dez/09	dez/21
Usina Paulista Lavrinhas de Energia S.A.	21.904	Ações	Energia	dez/08	set/14
Usina Paulista Queluz de Energia S.A.	22.587	Ações	Energia	dez/08	set/14
Usinas Siderurgicas de Minas Gerais S.A. – Usiminas	600.000	Debentures	Ferrovia	dez/08	dez/10
Viarondon Concessionária de Rodovias S.A.	300.000	Debentures	Rodovia	jun/12	fev/20
VLI S.A.	1.200.000	Ações	Ferrovia	mai/14	-

Fonte: Demonstrações Financeiras do FI-FGTS e CAIXA

Elaboração do autor.

3.2 Técnicas Quantitativas

Para responder às questões de pesquisa, este estudo possui dois exercícios distintos e bem definidos. Primeiro, proceder-se-á ao cômputo do índice de Sharpe e do C-VaR do FI-

debates em economia aplicada

FGTS para o período em análise. Tanto o IS quanto o C-VaR serão comparados a aqueles obtidos para os benchmarks (UTIL B3 e IDA-IPCA Infraestrutura).

O índice de Sharpe é definido como a diferença entre os retornos médios do investimento (r_x) e o ativo livre de risco (*Rf*), dividido pelo desvio padrão (sendo equivalente à volatilidade) do investimento, representado por sigma (σ), tal qual descrito pela equação 1. Para fins deste primeiro exercício, define-se retorno como a variação diária da cota do FI-FGTS.

O IS pode ser compreendido como o montante adicional de retorno obtido pelo investidor para cada unidade adicional de risco (SHARPE, 1994).

$$I.S. = \frac{(rx - Rf)}{\sigma} \qquad (1)$$

O CVaR foi introduzido originalmente por Artzner *et al* (1999) com a denominação "tail VaR", conceito posteriormente refinado por Uryasev e Rockafellar (2001). O CVaR pode ser calculado usando a abordagem paramétrica (parte-se da premissa que os dados seguem uma determinada distribuição de probabilidade) ou a partir dos dados históricos das piores perdas reais (método não paramétrico). Neste estudo, o C-VaR foi calculado através do método não paramétrico, sendo representado pela média dos piores retornos que superam o VaR estimado para um nível de confiança de 95%.

$$CVaR_{\propto}(X) = E[X|X > VaR_{\propto}(X)] \qquad (2)$$

O segundo exercício envolve o cômputo do retorno acumulado no período de cada um dos ativos integrantes do FI-FGTS e de sua análise por meio de uma regressão múltipla que relaciona a performance acumulada do ativo às variáveis explicativas descritas no item 2.3.

A metodologia da análise sobre os determinantes para o resultado utilizou o seguinte modelo econométrico:

$$S_i = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_1 X_3 + \beta_8 X_1 X_4 + \beta_9 X_3 X_4 + \varepsilon_i \quad (3)$$

onde:

S_i representa a rentabilidade acumulada do ativo i (variável dependente);

α é o intercepto;

X_1 é a variável *dummy* que descreve o risco associado à etapa do projeto (0 para greenfield e 1 para brownfield);

X_2 descreve o tamanho do investimento no projeto, em R$ mil, separados por grupos (100.000 a 300.000, 300.000 a 700.000 e 700.000 a 2.000.000);

X_3 representa o veículo de investimento (0 para aplicação direta e 1 para aplicação via aquisição de cotas de fundos);

X_4 representa o investimento em *equity* ou em dívida (equity assume valor 0 e dívida assume valor 1);

X_5 é a variável que descreve o tempo de investimento em anos, separados por grupos (7 a 10 anos, 10 a 13 anos e de 13 a 14 anos);

X_6 representa o ano de investimento;

X_1X_3 representa a interação entre a etapa do projeto e o veículo de investimento;

X_1X_4 representa a interação entre a etapa do projeto e o instrumento de investimento (*equity* ou dívida);

X_3X_4 representa a interação entre o veículo de investimento e o instrumento de investimento.

4. PRINCIPAIS RESULTADOS

Em relação à rentabilidade da carteira, o Fundo superou a rentabilidade mínima garantida ao cotista do FGTS (TR + 3% a.a) em todos os anos do período analisado. Em relação aos benchmarks do regulamento do FI-FGTS e os propostos nesse trabalho, a situação é distinta: apenas em quatro anos (2008, 2012, 2013 e 2014) o cotista do FI-FGTS obteve rentabilidade superior à dos quatro benchmarks, conforme descrito na tabela 07.

Tabela 7 - Rentabilidade FI-FGTS x Rentabilidade dos Benchmarks

Ano	FI-FGTS	TR + 6%	IPCA + 3,0%	UTIL	IDA Infraestrutura – IPCA
2008*	5,01%	4,17%	-	-13,02%	-
2009	6,66%	6,75%	-	52,88%	-
2010	5,51%	6,73%	-	11,53%	-
2011	7,63%	7,28%	-	22,61%	-
2012	7,22%	6,31%	-	-6,36%	-
2013	8,22%	6,20%	-	-2,84%	-
2014	7,05%	6,91%	-	3,05%	-
2015	-3,03%	7,90%	-	-11,12%	9,28%
2016	8,30%	8,13%	-	54,00%	15,99%
2017	5,34%	6,62%	-	10,02%	8,18%
2018	11,17%	6,00%	-	32,24%	12,47%
2019	0,71%	6,00%	-	56,91%	12,31%
2020	4,60%	6,00%	-	1,72%	11,01%
2021	9,79%	-	13,36%	-6,12%	5,56%
2022	6,35%	-	8,96%	11,88%	5,02%

Fonte: Demonstrações Financeiras FI-FGTS, Banco Central, B3 e ANBIMA Elaboração: Autor

* Considerado a partir de julho/08 - Primeiro Aporte do FGTS

Entre 2008 e 2022 o Fundo teve rentabilidade acumulada absoluta de 139,0%, inferior ao benchmark do regulamento (TR + 6,0% até 2020 e IPCA + 3,5% a partir de 2021) que foi de 181,3%. Em 2015, único período que o Fundo apresentou resultado negativo, a rentabilidade

debates em economia aplicada

foi impactada pela revisão de ratings e de investimentos em empresa que tinham indícios de envolvimento em práticas de corrupção.

Em relação ao UTIL B3, a rentabilidade acumulada do FI-FGTS entre 2008 e 2022 (139,0%) foi inferior à do índice (469,1%), ainda que o FI-FGTS tenha apresentado rentabilidade superior nos anos de 2008, 2012, 2013, 2014, 2015, 2020 e 2021. Na comparação com o IDA IPCA Infraestrutura entre 2015 e 2022, o FI-FGTS somente superou o índice em 2021 e 2022, e a rentabilidade no período foi de 51,3% contra 113,2% do IDA IPCA Infraestrutura.

Não obstante, esses retornos desconsideram o risco associado. Quando calculamos o Indice de Sharpe e o CVaR, temos um resultado significativamente distinto (ver tabela 07): i) a rentabilidade por unidade de risco – calculada por meio do IS – do FI-FGTS fica próxima à obtida pelos benchmarks; e ii) o downside risk do FI-FGTS – quando medido por meio do C-VaR – é inferior ao dos benchmarks.

Tabela 8 – IS e C-Var (FI-FGTS x Benchmarks)

Período	IS (FI–FGTS)	IS (Benchmark Util B3)	IS (Benchmark IDA IPCA)	C-VaR (FI-FGTS)	C-VaR (Benchmark Util B3)	C-VaR (Benchmark IDA IPCA)
2008–2022	-0,05	0,01	-	0,384%	3,44%	-
2015–2022	-0,04	-	0,02	0,375%	-	0,595%

Índices de Sharpe negativos devem ser compreendidos com bastante cuidado, pois não são necessariamente intuitivos. O ativo com melhor desempenho apresentará o IS menos negativo (maior índice), estando o maior índice associado ao ativo com a maior probabilidade vir a atingir excesso de retorno por unidade de risco (Mcleod e Vuuren, 2004).

Cabe salientar que os resultados referentes ao IS e ao CVaR devem ser analisados com cuidado, já que as métricas supracitadas foram certamente afetadas pela iliquidez dos ativos do FI-FGTS e pelo fato de que vários dos ativos integrantes não são marcados a mercado

Brasília-DF

debates em economia aplicada

diariamente, o que implica algum grau de subestimação das métricas. Não obstante, a limitação imposta pela iliquidez não deve ser encarada como um elemento impeditivo desse tipo de análise, uma vez que a volatilidade de ativos de infraestrutura é historicamente inferior à de outros ativos como, por exemplo, quando comparamos o desvio padrão diário dos retornos do Util B3 com o do IBOVESPA (1,49% e 1,74%, respectivamente) e o desvio padrão diário dos retornos do IDA IPCA Infraestrutura com o do IDA IPCA ex Infraestrutura (0,35% e 0,51%, respectivamente).

No que diz respeito à segunda questão de pesquisa, antes do modelo de regressão foram transformadas as variáveis categóricas X2 e X5 em variáveis dummy para melhorar a qualidade do modelo. Para isso, a partir do resumo estatístico, criou-se grupos das variáveis, e cada grupo tem uma variável dummy associada que assume o valor de 1 se a observação pertence a esse grupo e 0 caso contrário, tendo os resultados demonstrados na tabela abaixo:

Tabela 9 – Resumo Estatístico e Grupo de Variáveis (X2 e X5)

Resumo Estatístico	Minímo	1st Q.	Mediana	Média	3rd Q	Máximo
X_2	21.904	106.536	300.000	464.818	605.000	1.850.000
X_5	2,000	7,590	9,840	9,566	12,260	13,760
			Grupo de Variáveis			
X_2	100.000 a 300.000	300.000 a 700.000	700.000 a 2.000.000			
X_5	7 a 10	10 a 13	13 a 14			

A partir disso foi realizado o modelo de regressão considerando os parâmetros descritos, conforme observado na tabela abaixo:

Tabela 10 – Resultados obtidos através de Regressão Linear Múltipla por MQO

	Coeficiente	Erro Padrão	p-valor
Intercepto	375,64843	188,60425	0,0547*

X_1	0,53707	0,76548	0,4878
X_2 (100.000 a 300.000)	-1,44438	0,53605	0,0110*
X_2 (300.000 a 700.000)	-1,01690	0,47933	0,0415*
X_2 (700.000 a 2.000.000)	-0,56843	0,59693	0,3479
X_3	-1,26706	0,76554	0,1059
X_4	1,14826	0,52430	0,0357*
X_5 (7 a 10 anos)	0,52864	0,55727	0,3497
X_5 (10 a 13 anos)	0,15576	0,46321	0,7388
X_5 (13 a 14 anos)	0,23326	0,63177	0,7143
X_6	-0,18647	0,09386	0,0553*
X_1X_3	7,31757	1,62176	0,0000771***
X_1X_4	-1,00098	0,96983	0,3095
X_3X_4	-6,72969	1,51650	0,0000957***
R^2		0,6588	
R^2 Ajustado		0,5244	
Estatística F		4,901	
p-valor		0,0001073	

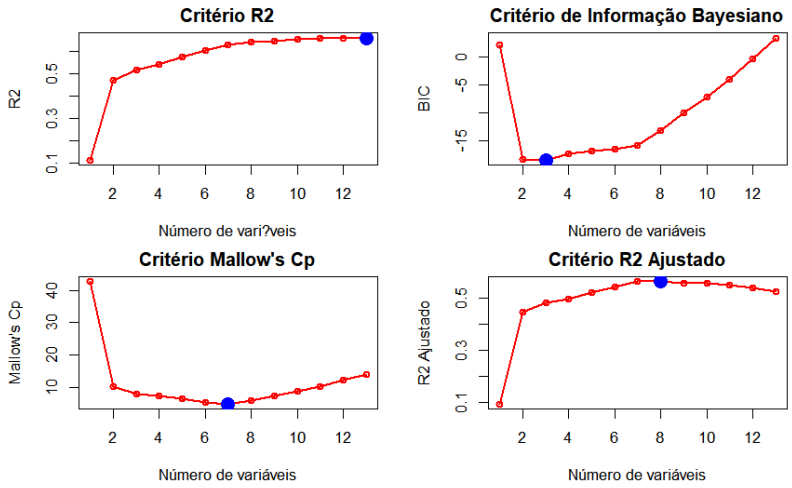
Nota: ***1% significância; ** 5% significância; * 10% significância

A análise dos resultados da regressão linear múltipla demonstra que: i) as variáveis de interação entre “etapa do projeto” e “veículo de investimento” e de interação de “veículo de investimento” e “instrumento” são estatisticamente significativas para um nível de significância de 1%; ii) além do intercepto, as variáveis “tamanho” para os grupos de 100.000 a 300.000 e de 300.000 a 500.000, “instrumento de investimento (equity ou dívida)” e o “ano de investimento” são estatisticamente significativas para um nível de significância de 5%; iii) o modelo é capaz de explicar aproximadamente 65,9% da variação da variável dependente e se mostra significativamente estatístico (estatística F de 4,901). O coeficiente de determinação (R^2) ajustado é 0,5244.

Foi realizado uma análise através do best subset selection, como uma forma da seleção do melhor subconjunto com base em diferentes critérios, a seleção do melhor modelo

e a realização de testes diagnósticos. A análise dos resultados do procedimento demonstra que diferentes critérios (R^2, BIC, Mallow's Cp e R^2 Ajustado) levam a modelos com diferentes conjuntos de variáveis, conforme pode ser observado nos gráficos abaixo:

Figura 1 - Gráficos de critérios e variáveis



A partir das observações dos resultados o seguinte modelo foi selecionado:

Tabela 11 – Resultados obtidos através do Critério Mallow´s CP

	Coeficiente	Erro Padrão	p-valor
Intercepto	256,72702	144,21103	0,0828*
X_2 (100.000 a 300.000)	-0,98602	0,39570	0,0171**
X_2 (300.000 a 700.000)	-0,81651	0,36771	0,0323**
X_3	-1,26706	0,76554	0,1059
X_4	0,71713	0,35390	0,0496**
X_6	-0,12727	0,07174	0,0839*
X_1X_3	8,38675	1,26802	0,0000000729***
X_3X_4	-7,72664	1,23205	0,0000002175***
R^2		0,6290	
R^2 Ajustado		0,5625	
Estatística F		9,4480	

p-valor	0,0000008438
Breusch-Pagan (BP)	5,4055
p-valor	0,6106

Nota: ***1% significância; ** 5% significância; * 10% significância

Na observação dos resultados, verificou-se que o modelo com base no critério de Mallow's Cp, que sendo menos parcimonioso que o BIC, se utiliza de praticamente todas as variáveis estatisticamente significante e coincide com o modelo escolhido de acordo com o R2 ajustado. Uma das variáveis preditoras, forma de aplicação, tem p-valor igual a 0,1059, e por isso resolvemos por manter essa variável no modelo final. No modelo o coeficiente de determinação (R^2) ajustado se eleva para 0,5625, indicando uma melhoria na explicação da variabilidade dos dados em comparação com o modelo original. Por fim, há que se atentar para os sinais dos parâmetros estatisticamente significativos: i) o parâmetro associado à variável "tamanho" possui sinal negativo, ou seja, quanto maior o CAPEX, menor o retorno acumulado; ii) o parâmetro associado à modalidade apresenta sinal positivo, ou seja, o retorno acumulado pelos investimentos na forma de dívida (vis-a-vis equity) obtêm maiores retornos; iii) o sinal positivo da variável de interação X1X3 permite inferir que se espera um maior retorno acumulado de investimentos indiretos (realizados via fundos) em brownfields; e iv) todavia, em contrapartida, o sinal negativo da variável de interação X3X4 permite inferir que se espera um menor retorno acumulado de investimentos indiretos (realizados via fundos) via dívida.

5. CONCLUSÃO

Esse trabalho teve como objetivo fazer uma análise do desempenho do Fundo de Investimento do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FI-FGTS), o qual teve uma trajetória complexa e desafiadora, marcada por sucessos e desafios inerentes aos investimentos em infraestrutura. A infraestrutura, fundamental para o progresso econômico e social, demanda esforços coordenados e estratégias financeiras eficazes. A avaliação do desempenho do FI-

FGTS, embora apresente desafios metodológicos devido à natureza específica dos ativos e à limitação da liquidez, trouxe resultados relevantes.

Em primeiro lugar, a rentabilidade do Fundo em comparação com benchmarks estabelecidos revela nuances importantes. Enquanto o FI-FGTS superou a rentabilidade de referência e dos benchmarks propostos em determinados anos, a rentabilidade acumulada no período foi inferior à de todos os benchmarks, o que sugere a necessidade de avaliação contínua e ajustes estratégicos na gestão. Quando ponderamos esse desempenho em relação ao risco, verificamos que tal situação é atenuada, ainda que a análise tenha sido influenciada pela iliquidez dos ativos integrantes. Pesquisa futura pode endereçar a estimação do efeito da baixa liquidez dos ativos do Fundo no cômputo de métricas como o IS e o C-VaR.

Quanto à análise de regressão, cabe salientar que os resultados alcançados na especificação original demonstram a existência um fenômeno semelhante ao descrito por Andonov *et al* (2018): há indícios de correlação entre o desempenho e o prazo de saída dos investimentos e a performance tende a ser melhor em prazos menores, ou seja, no FI-FGTS também ocorre a liquidação precoce de ativos com melhor desempenho, enquanto são mantidos ativos com pior desempenho por prazo mais longo.

Na especificação mais robusta do modelo, através da *best subset selection*, a análise de regressão demonstra que o tamanho do investimento e a modalidade de instrumento (*equity* ou dívida) emergem como fatores críticos. Porém, a forma de aplicação (via fundos ou diretamente) aliada ao estágio do projeto (*greenfield* ou *brownfield)* ou ao instrumento, também demonstraram possuir impacto significativo na rentabilidade dos ativos.

Fica demonstrado que aspectos específicos de ativos de infraestrutura podem influenciar nos resultados desses investimentos, abrindo assim, possiblidades de mais pesquisas voltadas para o tema, bem como de aprofundá-las sobre os resultados do FI-FGTS. A jornada do Fundo, até o momento, foi marcada por desafios e conquistas, ressaltando a complexidade inerente aos investimentos nesse setor. A busca contínua por eficiência, alinhada aos objetivos socioeconômicos, permanece como uma tarefa contínua, reforçando

a necessidade de análises sistemáticas e adaptações estratégicas para enfrentar os desafios dinâmicos da infraestrutura.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M. R. O FI-FGTS em uma perspectiva de agente-principal. Dissertação de Mestrado, Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa, 2022.

ANDONOV, A.; HOCHBERG, Y. V.; RAUH, J. D. Political representation and governance: Evidence from the investment decisions of public pension funds. The Journal of Finance, v. 73, n. 5, p. 2041-2086, 2018.

ANDONOV, A.; KRÄUSSL, R.; RAUH, J. Institutional investors and infrastructure investing, *The Review of Financial Studies*, v. 34, n. 8, p. 3880–3934, 2021.

ARCURI, M. C.; GANDOLFI, G.; LAURINI, F. Robust portfolio optimization for banking foundations: a CVaR approach for asset allocation with mandatory constraints. Central European Journal of Operations Research, v. 31, n. 2, p. 557-581, 2023.

ARTZNER, P.; DELBAEN, F.; JEAN-MARC, E.; HEATH, D. Coherent Measures of Risk. Mathematical Finance. v. 9. P. 203 – 228, 1999.

BOGENTOFT, E.; ROMEIJN, H. E.; URYASEV, S. Asset/liability management for pension funds using CVaR constraints. The Journal of Risk Finance, v. 3, n. 1, p. 57-71, 2001.

BRASIL. Lei nº 11.491, de 20 de junho de 2007. Institui o Fundo de Investimento do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço - FI-FGTS, altera a Lei no 8.036, de 11 de maio de 1990, e dá outras providências. [S. l.], 20 jun. 2007

DELLA CROCE, R. e GATTI, S., Financing infrastructure – International trends, OECD Journal: Financial Market Trends, vol. 2014/1

FLYVBJERG, B. What you should know about megaprojects and why: an overview, Project Management Journal, v. 45, n. 2, p. 6–19, 2014.

GUPTA, S., SHARMA, A.K. Evolution of infrastructure as an asset class: a systematic literature review and thematic analysis. J Asset Manag 23, 173–200 (2022).

MARKOWITZ, H. Portfolio selection. The Journal of Finance, v. 7, n.1, p. 77–91, 1952.

MAESTRI, C. O. N. M.; MALAQUIAS, R. F. Aspectos do gestor, alocação de carteiras e desempenho de fundos no Brasil. Revista Contabilidade & Finanças, v. 29, n. 76, p. 82-96, 2018.

McDERMOT, E.; AGDAS, D.; RODRIGUEZ, C.; ROSE, T.; FORCAEL, E. Improving performance of infrastructure projects in developing countries: an Ecuadorian case study. International Journal of Construction Management. 22. 1-15. 2020.

McLEOD, W.; VUUREN, G. V. Interpreting the Sharpe ratio when excess returns are negative. Investment Analysts Journal, v. 33, n. 59, p.15-20, fev. 2004.

NEWELL, G.; PENG, H.; FRANCESCO, A. The performance of unlisted infrastructure in investment portfolios. Journal of Property Research, v. 28, p. 59-74, 2011.

NEWELL, G.; PHAM, A.K.; OOI, J. The significance and performance of Singapore REITs in a mixed-asset portfolio, Journal of Property Investment & Finance, v. 33, n. 1, p. 45-65, 2015.

OYEDELE, J.; ADAIR, A.; MCGREAL, S. Performance of global listed infrastructure investment in a mixed asset portfólio. Journal of Property Research, v. 31, n.1, p. 1-25 2014.

RACHEV, S.; JAŠIĆ, T.; STOYANOV, S.; FABOZZI, F.J. Momentum strategies based on reward–risk stock selection criteria, Journal of Banking & Finance, v. 31, n. 8, p. 2325-2346, 2007.

ROCKAFELLAR, R. T.; URYASEV, S. Conditional value-at-risk for general loss distributions. Journal of banking & finance, v. 26, n. 7, p. 1443-1471, 2002.

RODRIGUEZ, F. **Have Collapses in Infrastructure Spending led to Cross-Country Divergence in Per Capita GDP?**, United Nations, Department of Economics and Social Affairs Working Papers 52, 2007.

SCHWARTZ, G.; FOUAD, M.; HANSEN, T; VERDIER, G. (eds). Well spent: how strong infrastructure governance can end waste in public investment, International Monetary Fund Publication Services, Washington, 2020.

SHARPE, W. F. Mutual Fund Performance. The Journal of Business, v. 39, n.1, p. 119-138, 1966.

SHARPE, W. F. Asset Allocation: Management Style and Performance Measurement. Journal of Portfolio Management, v. 18, p. 7-19, 1992.

SILVA, M. S. Fundos de investimento e financiamento de projetos de infraestrutura: uma leitura da configuração institucional e do desempenho operacional do FI-FGTS, Texto para Discussão n. 2486, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Brasília, DF, 2019.

SMETTERS, K.; ZHANG, X.A A sharper ratio: a general measure for correctly ranking non-normal investment risks, NBER Working Paper n. 19500, 2013.

URYASEV, S., ROCKAFELLAR, R.T. Conditional Value-at-Risk: Optimization Approach. In: Uryasev, S., Pardalos, P.M. (eds) Stochastic Optimization: Algorithms and Applications. Applied Optimization, 2001. Springer, Boston, MA.

YEAPLE, S.; GOLUB, S. International differences, infrastructure, and comparative advantage. Review of International Economics, v. 15, n. 2, p. 223–242, 2004.

XU, R.; ZHANG, X.; GOZGOR, G. LAU, C.K.M.; YAN, C. Investor flow-chasing and price performance puzzle: Evidence from global infrastructure funds, Research in International Business and Finance, v. 65, 2023.

SGAS Quadra 607 - Módulo 49
Via L2 Sul, Brasília-DF
CEP: 70200-670

/sejaidp
(61) 3535-6565
idp.edu.br